Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 2, Summer 2019, p. 179-193

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۹۳-۱۷۹

کاهش نرخ آزادشدن اوره در شکمبه نشخوارکنندگان به کمک پوشش دار کردن اوره در آزمایشات درون تنی و برون تنی

میترا مزینانی[۱]- عباسعلی ناصریان[۲*]- محسن دانش مسگران[۲]- رضا ولی زاده[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۰

چکیده

به منظور کاهش نرخ آزادشدن اوره در شکمبه با روش پوشش‌دار کردن و قابلیت استفاده از آن در جیره نشخوارکنندگان، دو آزمایش برون تنی و یک آزمایش دورن تنی انجام شد. در آزمایش اول برای بررسی نرخ آزاد شدن نیتروژن از اوره پوشش دار در مقایسه با اوره معمولی و ترکیب اپتی‌ژن تجاری (اوره کند آزاد شونده) در ۶ سامانه آبی مختلف و در ۸ نقطه زمانی انکوبه شدند و باقیمانده نیتروژن آن‌ها در بخش جامد مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفت. در آزمایش دوم میزان تولید گاز ۳ نمونه خوراکی (آرد جو، آرد جو+ ملاس و جیره خوراکی فرموله شده برای گاو شیری) که به هر کدام معادل ۳٪ از چهار منبع نیتروژنی (اوره معمولی، اوره پوشش دار، اپتی ژن و کلزا) افزوده شده بود در شرایط برون‌تنی اندازه گیری شد. در آزمایش سوم تاثیر تیمارها بر قابلیت هضم جیره، عملکرد و فراسنجه‌های خونی بز سانن بررسی شد. در این آزمایش، ۱۶ رأس بز شیری به چهار تیمار نیتروژنی در غالب طرح کاملا تصادفی یکطرفه اختصاص داده شدند. اختلاف بین میزان نیتروژن باقیمانده تیمارها در تمام زمان‌ها بجز ۱۰ دقیقه، معنی‌دار بود. تولید گاز تجمعی (۹۶ ساعت) در اثر تیمارهای مختلف نیتروژنی متفاوت بود. مصرف کل خوراک در تیمار اوره پوشش‌دار و اپتی‌ژن بیشتر از شاهد بود. اختلاف قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و خاکستر بین تیمارهای مختلف معنی‌داری نبود. تولید شیر در تیمار اپتی‌ژن بیشتر از سایر تیمارها و سپس اوره پوشش دار و شاهد بالاترین تولید شیر را داشتند. ترکیبات شیر نیز تحت تاثیر جیره قرار نگرفت. اثر تیمارها روی متابولیت‌های کلسترول و اوره خون معنی‌دار بود. اوره و تری گلیسرید خون در تیمار اپتی ژن بیشتر از سایر تیمارها بود. با توجه به اینکه نرخ رهایش اوره پوشش دار متناسب با نیاز آمونیاکی میکروارگانیزم‌ها است، می‌توان از این منبع NPN بعنوان جایگزین بخشی از پروتئین خوراک برای کاهش قیمت جیره و افزایش بهره‌وری از قابلیت میکروارگانیسم های شکمبه استفاده کرد.

واژه های کلیدی: اپتی ژن، اوره، اوره کند آزاد شونده، تجزیه پذیری شکمبه ای اوره.

مقدمه

متناسب با افزایش جمعیت و سطح درآمد، به خصوص در کشورهای در حال توسعه در ۵۰ سال آینده، تولید جهانی گوشت و شیر باید دو برابر شود (۱۰). شرایط اقلیمی خاص ایران و محدودیت منابع آبی و نزولات آسمانی، عدم استفاده مطلوب از امکانات موجود و مکانیزاسیون مورد نیاز موجب کمبود بارز منابع خوراک دام شده است. به همین دلیل هزینه تغذیه دام‌ها در ایران از میانگین جهانی به طور معنی‌داری بیشتر است (۱۰). از این رو تغذیه صحیح و متعادل دام‌ها جایگاه ویژه ای در سود دهی واحدهای گاوداری در ایران دارد. یکی از راه‌های کاهش قیمت تمام شده جیره استفاده از پسماندها و منابعی است که برای انسان قابل استفاده نمی‌باشند. بطور مثال می‌توان از منابع نیتروژن غیر پروتئینی NPN[۲] به جای منابع پروتئین حقیقی و گران قیمت استفاده کرد و هزینه‌های تامین پروتئین و جیره مورد نیاز گاوهای شیری را در حد معنی‌داری کاهش داد.

به حداکثر رساندن تولید پروتئین میکروبی در تغذیه گاو اهمیت بسزایی دارد. نیتروژن مصرف شده توسط نشخوارکنندگان را می‌توان

۱-دانشجوی دوره دکتری تغذیه نشخوارکنندگان، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲-استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- ایمیل نویسنده مسئول: naserian@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/ijasr.v11i2.63032

2- Non protein nitrogen

به اشکال متفاوتی نظیر نیتروژن غیر پروتئینی (اوره و نمک‌های آمونیوم)، اسیدهای آمینه، پپتیدها و پروتئین حقیقی دسته‌بندی کرد. ترکیبات نیتروژن‌دار غیر پروتئینی و پروتئین در شکمبه تجزیه شده و به آمونیاک تبدیل می‌گردند. آمونیاک تولیدی در شکمبه مورد استفاده میکروب‌های شکمبه قرار گرفته و به پروتئین میکروبی تبدیل می‌شود (۱۶).

فعالیت میکروبی شکمبه می‌تواند بیش از ۵۰٪ از احتیاجات پروتئینی حیوان نشخوارکننده را تامین کند (۸). بهره‌وری پایین استفاده از اوره در جیره به سرعت بالای هیدرولیز آن به آمونیاک در شکمبه نسبت داده می‌شود (۱۵ و ۱۸). سرعت تجزیه بیشتر ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی به آمونیاک اغلب سریعتر از سرعت استفاده آمونیاک توسط میکروب‌های شکمبه است و سبب تجمع آمونیاک در شکمبه شده در نتیجه آمونیاک مازاد از دیواره شکمبه به صورت یون آمونیوم وارد خون می‌شود (۹). بهمین دلیل تلاش‌های زیادی در این زمینه صورت گرفته و نهایتا اشکالی از اوره تولید شد که در شکمبه تجزیه کندتری دارند، و منجر به افزایش اختلاط تولید آمونیاک با جمعیت میکروبی نشده و دفع اوره از ادرار را کاهش می‌دهند. یکی از این روش‌ها انکپسولاسیون است که اخیرا در تغذیه دام و تولید برخی مواد خوراکی خاص نظیر مکمل‌های معدنی و ویتامینی مورد استفاده واقع شده است. انکپسولاسیون تکنولوژی قرار دادن مواد جامد، مایع، گاز در کپسول‌های کوچک است. کپسول‌هایی که می‌توانند محتویات خود را به صورت کنترل شده و تحت شرایط خاصی آزاد کنند. این تکنولوژی با حفاظت مواد در برابر اکسیداسیون در طول مدت تولید و نگهداری از ایجاد واکنش‌های نامطلوب جلوگیری کرده و مانع از دست رفتن ارزش تغذیه‌ای آنها می‌شود (۳۳). تحقیقات بسیاری در زمینه محصولات تجاری اوره آهسته رهش از جمله اوره با پوشش پلیمری (۱۵)، اوره–کلسیم (۹) و اوره با پوشش چربی (۲۶) انجام گرفته است. در این پژوهش با توجه به موارد ذکر شده برای رفع مشکل آزاد سازی سریع اوره و خطر مسمومیت آمونیاکی ناشی از آن، از روش پوشش‌دار کردن اوره استفاده شد تا ضمن کاهش نرخ آزاد سازی اوره امکان استفاده مطلوب‌تر از آن برای دام فراهم شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش اول

برای تولید اوره کند رهش مورد نظر بعنوان یک منبع نیتروژنی در شکمبه، ابتدا با روش ویژه‌ای اوره کند رهش ساخته و ثبت اختراع شد (شماره ثبت بین المللی A01K5/00– مخترع: میترا مزینانی). برای بررسی کارایی محصول تولیدی و اندازه‌گیری نرخ آزادسازی آمونیاک در مقایسه با اوره معمولی و اپتی‌ژن (اوره کند آزاد شونده ساخت شرکت *Altech* آمریکا) ، ۲۰ میلی‌گرم از معادل نیتروژنی هر تیمار اندازه‌گیری شده و به ۷ لوله آزمایش ۵۰ میلی لیتری افزوده شد، مقدار ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بافری شده نیز به هر لوله اضافه شد و همه لوله‌ها در دمای ۳۹ درجه انکوبه شدند. در زمان‌های ۰، ۳۰ دقیقه و ۱، ۲، ۴، ۶ ساعت لوله‌ها از دستگاه خارج شد و سانتریفیوژ شدند (RPM ۷۰۰۰) و بخش جامد باقیمانده از نظر مقدار پروتئین به روش کجلدال اندازه گیری شد. این آزمایش با شرایط و نقطه‌های زمانی مشابه در ۵ سامانه مایع دیگر نیز انجام شد (آب مقطر، اسید ضعیف، محلول بافر ضعیف، مایع شکمبه فری سل (سانتریفیوژ با ۷۰۰۰ دور در دقیقه)، مایع شکمبه فری سل بافری شده). داده‌های جمع‌آوری شده در قالب طرح بلوک تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری (۲۰۰۳) SAS و رویه mixed model تحلیل شدند.

آزمایش دوم

برای تعیین تولید گاز از چهار منبع نیتروژن شامل اوره، اوره پوشش دار، اپتی‌ژن و کلزا بعنوان شاهد استفاده شد. نمونه‌های خوراکی شامل ۱) آرد جو+ ۳٪ معادل نیتروژن از هر منبع نیتروژنی، ۲) آرد جو + ملاس به عنوان افزودنی + ۳٪ معادل نیتروژن از هر منبع نیتروژنی و ۳) جیره خوراکی فرموله شده برای گاو شیری+ ۳٪ معادل نیتروژن از هر منبع نیتروژنی بودند. پانصد میلی‌گرم از هر چهار نمونه با سه تکرار اندازه‌گیری و در ظروف ایزوله ۱۲۰ میلی‌لیتری وارد شد (۲۹). مایع شکمبه از سه گاو مجهز به فیستول دائمی گرفته شد و در فلاسک به آزمایشگاه منتقل شد و با پارچه متقال چهار لایه صاف شد. بزاق مصنوعی به روش منک و استینگاس (۲۹) آماده شد و به میزان ۳۰ میلی‌لیتر به هر ظرف حاوی نمونه های تیمار افزوده شد. پس از بستن درب ظروف، نمونه ها در حمام بن ماری انکوبه شدند. برای حذف تنوع ناشی از ترکیب و فعالیت مایع شکمبه جمع آوری شده از ۲ نمونه شاهد که تنها دارای مایع شکمبه بافری شده بود استفاده شد. گاز تولید شده در هر شیشه با استفاده از فشار سنج به صورت دستی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه گیری شد. پس از تصحیح گاز تولید شده با استفاده از نمونه‌های شاهد، اعداد به دست آمده در مدل نمایی ارسکوف و مک دونالد (۳۰) قرار داده شدند. داده‌های فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از رویه GLM از نرم افزار (۲۰۰۳) SAS و مدل طرح کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

آزمایش سوم

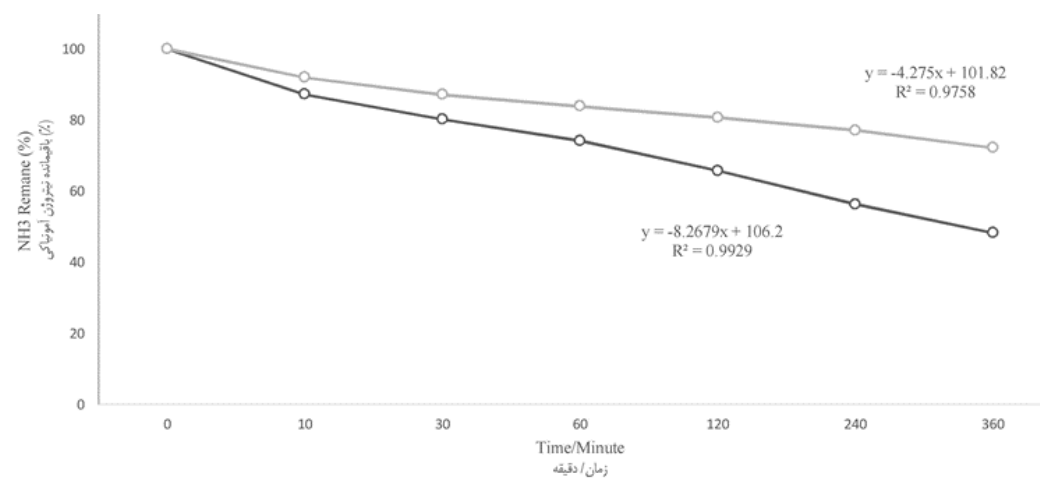
در آزمایش برون تنی، از ۱۶ رأس بز شیری سانن با میانگین وزن ۳۸/۸۵ کیلوگرم، روز شیردهی ۷۳ و تولید شیر ۱۹۷۹ گرم استفاده شد. بزها بطور تصادفی به چهار تیمار تقسیم گردیدند و در قفس‌های انفرادی (۱/۵× ۲متر) نگهداری شدند. این طرح در قالب طرح کاملا تصادفی یک طرفه انجام شد و ۴ جیره آزمایشی شامل جیره شاهد، جیره حاوی اوره (دارای ۰/۵ درصد اوره)، اپتی‌ژن (دارای ۰/۵۵ درصد

اپتی ژن)، اوره پوشش‌دار (دارای ۰/۷ درصد اوره پوشش‌دار) بود. تمام جیره‌ها از نظر درصد پروتئین و سایر کمیت‌های مواد مغذی معادل‌سازی شدند و بر اساس احتیاجات غذایی بزهای شیری SRNS (۳۶) متعادل گردیدند (جدول ۱).

آزمایش در یک دوره ۲۱ روزه شامل ۱۴ روز دوره عادت پذیری و ۷ روز دوره جمع آوری انجام شد. در روز اول شروع دوره آزمایشی، قبل از خوراک دهی صبح و آخرین روز آزمایش حیوانات توزین شدند. در طول دوره آزمایش مقدار خوراک مصرفی بطور روزانه اندازه‌گیری شد. در هفته نمونه‌گیری از خوراک هر بز نمونه‌گیری شد. برای اندازه گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی در طی ۵ روز از مدفوع نمونه‌گیری شد (۳۷). بزها روزی دوبار در ساعت ۷ صبح و ۳ بعد از ظهر شیردوشی شدند. ثبت و کنترل تولید شیر در کل دوره آزمایش به طور روزانه انجام شد. در روزهای ۵ و ۶ هفته جمع‌آوری، نمونه‌گیری از شیر جهت تعیین ترکیب آن انجام شد. در روز ۲۱ آزمایش، ۲ ساعت پس از مصرف خوراک، با سرنگ حاوی هپارین از سیاهرگ وداج گردن حیوان ۱۰ میلی‌لیتر خون گرفته شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس نمونه‌ها در ۳۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد تا پلاسمای آن جدا شود. پلاسمای هر نمونه به وسیله سرنگ به میکروتیوب انتقال داده شده و در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. فراسنجه‌های خونی با استفاده از اوتوآنالایزر (Biosystems A 15; 08030 Barcelona, Spain) اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین میکروبی بر اساس مقدار مشتقات بازهای پورینی دفع شده از ادرار طبق روش چن و همکاران (۸) انجام شد . غلظت آلانتوئین با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (CE, England ،1021 Cecil)، اسید اوریک و کراتنین با دستگاه اتوآنالایزر تعیین شد. نتایج حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی یک طرفه با استفاده از رویه GLM برنامه (۲۰۰۳) SAS تجزیه و تحلیل آماری شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش حداقل مربعات استفاده شد.

نتایج و بحث

میزان باقیمانده نیتروژن در اوره پوشش‌دار پس ۳۶۰ دقیقه قرار گرفتن در سامانه مایع ۴۸/۲۶ درصد نسبت به نیتروژن اولیه و در اپتی‌ژن ۷۲/۱۹ درصد تخمین زده شد. میزان نیتروژن باقیمانده در تمام زمان‌ها بجز ۱۰ دقیقه اختلاف معنی‌داری داشت و میزان آزاد سازی اوره پوشش‌دار بیشتر از اپتی‌ژن بود (شکل ۱).



شکل ۱– درصد نیتروژن باقیمانده در اپتی‌ژن و اوره پوشش دار با حذف اثر نوع سامانه

Figure 1- The percentage of nitrogen remaining in optigen and Coated urea following liquid phase effect removal

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی (درصد ماده خشک)

Table 1- Diet composition and chemical analysis of different dietary treatments (% DM)

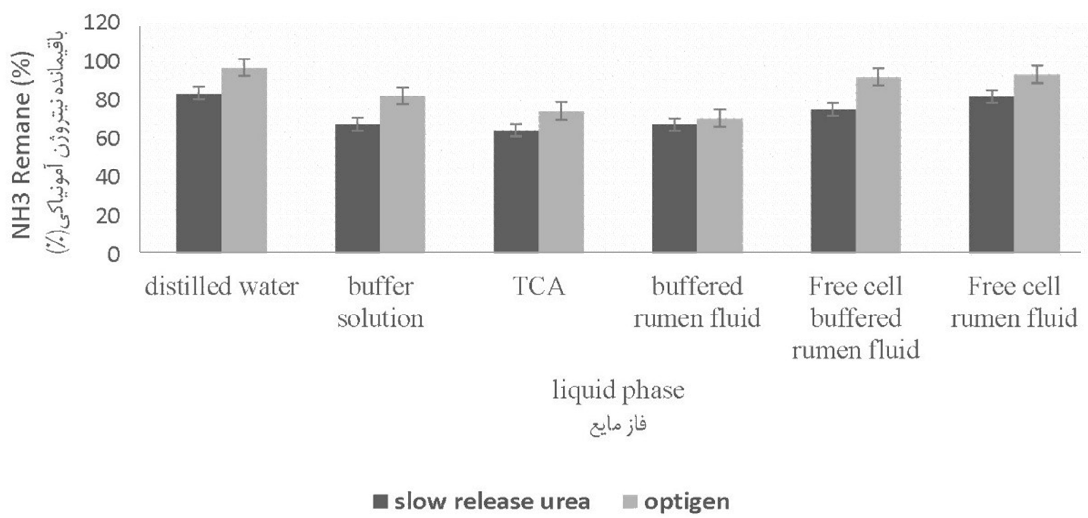
متغیر Item	تیمار[۱] Treatment[1] شاهد Control	 اوره Urea	 اپتی ژن Optigen	 اوره پوشش دار Coated urea
ترکیب جیره (٪ ماده خشک) Diet composition (% DM)				
یونجه Alfalfa	40	40	40	40
کاه گندم Wheat straw	5	5	5	5
ذرت Corn	27.5	27.5	27.5	27.5
کنجاله کلزا Canola meal	17.5	11	10.95	10.8
سبوس گندم Wheat grain	8	14	14	14
کلسیم کربنات Calcium carbonate	0.6	0.6	0.6	0.6
نمک Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
اوره Urea	0	0.5	0	0
اوره پوشش دار Coated urea	0	0	0	0.7
اپتی ژن Optigen	0	0	0.55	0
مکمل معدنی- ویتامینی Min-Vit Mix[2]	0.9	0.9	0.9	0.9
تجزیه شیمیایی Chemical analysis (% DM)				
ماده خشک Dry matter	90.40	90.32	90.31	90.33
ماده آلی Organic matter	80.20	80.46	80.43	80.62
پروتئین خام Crude protein	15.54	15.20	15.05	14.78
فیبر محلول در شوینده خنثی Neutral detergent fibre	37.00	39.90	39.88	39.85
فیبر محلول در شوینده اسیدی Acid detergent fibre	21.40	21.00	21.00	20.95
خاکستر Ash	10.20	9.86	9.88	9.71

[1] تیمارها شامل: ۱) شاهد؛ ۲) اوره (۰/۵٪ آوره)؛ ۳) اپتی‌ژن (۰/۵۵٪ اپتی‌ژن)؛ ۴) اوره پوشش دار (۰/۷٪ اوره پوشش دار)

[1] Treatments consist: 1) control (canola meal)., 2) urea (0.5% urea)., 3) optigen (0.55% optigen)., 4) Coated urea (0.7% Coated urea)

[2] Each kg contained: Vit A, 500000IU; Vit D3, 100000 IU; Vit E, 100mg; Ca, 190000mg; P, 90000mg; Na, 50000mg; Mg, 19000mg; Fe, 3000mg; Cu, 300mg; Mn, 2000mg; Zn, 3000mg; Co, 100mg; I 100mg; Se, 1mg; Antioxidant (B.H.T) 3000mg.

در شکل ۲ نتایج آزادسازی نیتروژن در سامانه‌های مختلف نشان داده شده است. تفاوت در میزان باقیمانده نیتروژن تحت اثر سامانه‌های مختلف نشان می‌دهد اوره پوشش‌دار نسبت به اپتی ژن در محیط اسیدی و نسبت به میکروارگانیزم‌های شکمبه واکنش بیشتری نشان داد و آزادسازی افزایش یافت. لورنزو و دی کوستونزو (۲۶) در آزمایشی میزان آزادسازی نیتروژن در خوراکی شامل ۹۵ درصد سیلوی ذرت و ۵٪ از منابع پروتئینی (اوره، بیوره، سویا، و سه محصول تجاری اوره کپسوله شده) را در مایع شکمبه بافری شده ۶ ساعت کشت دادند. بر اساس نتایج آنها اوره دارای بیشترین میزان آزادسازی بود ($P<0/01$) و در تمام زمان‌ها با تصحیح اثرات متقابل زمان در تیمار بیشترین میزان آزادسازی را داشت ($P<0/01$). بیوره نیز کمترین میزان آزادسازی نیتروژن را داشت ($P<0/05$)؛ آن نیز بدلیل کمبود آنزیم بیورتاز در حیواناتی است که دوره عادت پذیری با مصرف بیورت را طی نکرده‌اند. هریسون و کارنزوس (۱۷) در یک آزمایش *in situ* آزادسازی نیتروژن اوره، اپتی‌ژن و سویا را مقایسه کردند و دریافتند که اوره در کمتر از ۲ ساعت کاملا ناپدید شد ولی اپتی‌ژن تا زمان ۵ ساعت ۶۰٪ از نیتروژن خود را آزاد کرد. مصرف نیتروژن را در شکمبه می‌توان با اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی تخمین زد (۲۱). زین و همکاران (۴۱) در آزمایشی مشاهده کردند که تا ۱ ساعت پس از شروع انکوباسیون غلظت نیتروژن آمونیاکی در تمام جیره‌ها افزایش و سپس به آهستگی کاهش یافت. در آزمایش دیگری پروکوپ و کلافستین (۳۲) دریافتند اوره کند رها شونده (اوره– فرمالدهید) می‌تواند موجب کاهش نیتروژن آمونیاکی شکمبه به میزان ۲۵/۳٪ نسبت به اوره معمولی شود. در آزمایش مشابه دیگری که توسط گالو (۱۳) انجام شد میزان آزادسازی نیتروژن اوره با پوشش پلیمری ۸۳٪ اوره معمولی بود که در آب مقطر انکوبه شده بود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.



شکل ۲- میزان باقیمانده نیتروژن اپتی‌ژن و اوره پوشش دار با حذف اثر زمان

Figure 2- Amount of nitrogen remaining in optigen and Coated urea following removing time effect

آزمایش تولید گاز: هر کدام از منابع حاوی نیتروژن بطور جداگانه در ۳ جیره که در جدول ۲ به همراه آنالیز نشان داده شده است کشت گذاشته شد و نتایج میزان تولید گاز و قابلیت هضم ماده آلی و ارزش تغذیه ای آن اندازه گیری شد.

منک و استینگاس (۲۹) گزارش نمودند وقتی که از روش تولید گاز برای تعیین خصوصیات هضمی مواد خوراکی استفاده می‌شود فرض بر این است که گاز تولیدی تحت‌تأثیر هیچ عامل دیگری جز ترکیبات شیمیایی و خصوصیات فیزیکی خوراک قرار نمی‌گیرد. تولید گاز حاصل از پروتئین در مقایسه با کربوهیدراتها نسبتاً اندک است. همچنین سهم چربی نیز در تولید گاز قابل صرف نظر می‌باشد.

جدول ۲- ترکیب شیمیایی نمونه‌های خوراکی مورد استفاده در اندازه‌گیری تولید گاز

Table 2- Chemical composition of the experimental diets for gas production determination

جیره های آزمایشی Experimental diets	مواد مغذی Nutrients					
	DM[1]	CP[2]	NDF[3]	ADF[4]	EE[5]	Ash
آرد جو+۳٪ معادل نیتروژن از هر منبع نیتروژنی Barley flour + 3% each N-Sources	92.27	21.2	20.10	7	2.1	2.8
آرد جو+ ۱۰٪ملاس+۳٪ معادل نیتروژن از هر منبع نیتروژنی Barley flour + molasses + 3% each N-Sources	86.96	21	18.30	6.3	2	6.3
جیره خوراکی فرموله شده برای گاو شیری+ ۳٪ معادل نیتروژن از هر منبع نیتروژنی A ration formulated to dairy cow + 3% each N-Sources	90.32	15.20	39.90	21	3.4	9.86

[1]ماده خشک؛ [2]پروتئین خام، [3]فیبر نامحلول در شوینده خنثی، [4]فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، [5]عصاره اتری

[1] Dry matter; [2]Crude protein; [3]Neutral detergent fiber; [4]Acid detergent fiber; [5]Ether extract.

میزان گاز تولید شده در مخلوط کاه و اوره پوشش‌دار اختلاف معنی‌داری با گاز تولید شده در سایر تیمارهای اوره دارد (P<۰/۰۱). در جیره جو اگرچه بیشترین تولید گاز در اوره پوشش‌دار و سپس به ترتیب، اپتی‌ژن، اوره و شاهد بود اما بین تیمارهای مختلف از نظر تولید گاز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵) در جیره جو-ملاس تولید گاز در تیمار اوره نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (P<۰/۰۵). در جیره کامل کمترین تولید گاز در اپتی‌ژن بود اما این اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج جدول ۳ تولید گاز تجمعی (۹۶ ساعت) تحت تاثیر جیره‌ها و تیمارهای اوره متفاوت بود، از بین جیره‌های مختلف بیشترین تولید گاز مربوط به جیره کامل بود. همچنین اپتی‌ژن (۹۰/۸۲) و سپس اوره پوشش‌دار (۹۰/۸۱) بیشترین تولید کننده گاز در جیره کامل و تیمار شاهد (۶۹/۰۴) و سپس اوره (۶۹/۴۳) کمترین تولید گاز را داشتند. قابلیت هضم پذیری بالاتر در آزمایشات *in vitro* منعکس کننده توده میکروبی بیشتری است (۲). که در آزمایش ما نیز قابلیت تائید است چرا که اپتی ژن و اوره پوشش دار نسبت به اوره به آهستگی نیتروژن خود را آزاد می کنند و در نتیجه میکروارگانیزم‌ها می‌توانند به شکل کارآمدتری از نیتروژن استفاده کنند. البته در مورد جیره جو-ملاس تولید گاز در اوره نسبت به سایر منابع اوره بیشتر بود که اینگونه می‌توان نتیجه گیری کرد که بدلیل سریع الهضم بودن کربوهیدرات ملاس، و بدلیل همزمانی آزاد شدن منبع انرژی و پروتئین، راندمان میکروارگانیزم‌ها در استفاده از اوره افزایش می‌یابد. که نتیجه در آزمایشات چانجولا و همکاران (۷) نیز بیان شده است که غلظت آمونیاک شکمبه وقتی کربوهیدرات غیرساختمانی در جیره افزایش یابد، کاهش می یابد. از زمانی که از تکنیک تولید گاز برای اندازه گیری قابلیت هضم مواد خوراکی (۲۹) و یا علوفه (۲۵) مورد استفاده قرار گرفته است، تولید گاز بیشتر نشان‌دهنده هضم پذیری بالای سوبسترا است.

نتایج آزمایشات *In vivo*

مصرف کل خوراک و هریک از زیربخش‌های آن در جدول شماره ۴ آورده شده است. بین مصرف خوراک در تیمارهای شاهد و اوره اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اما این اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود. مصرف کل خوراک در تیمار اوره پوشش‌دار و اپتی‌ژن بیشتر از شاهد بود، اما این اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). مصرف کل پروتئین، NDF، ADF و خاکستر تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت و اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵). چردانگ و همکاران (۹) دریافتند که اوره و اوره کند تجزیه شونده (اوره-سولفات کلسیم و اوره کلرید کلسیم) بر مصرف ماده خشک تاثیر ندارد. همچنین پینوس و همکاران (۳۱) مشاهده کردند که اوره کند تجزیه شونده تاثیری بر مصرف ماده خشک ندارد .گالو و همکاران (۱۳) مشاهده کردند در هنگام استفاده از اوره با پوشش پلیمری مصرف خوراک کاهش نیافت. زین و همکاران (۴۱) از دو محصول تجاری اوره کندرها شونده FGU[3] و PCU[4] در مقایسه با کنجاله سویا استفاده کردند و دریافتند مصرف خوراک در تیمار PCU ۱۲/۸٪ بیشتر از تیمار FGU و نزدیک به تیمار کنجاله سویا بود (P<۰/۰۲). در مطالعات کاسپر و شینگوت (۵) نیز کاهش ماده خشک مصرفی در تیمار اوره مشاهده شد. که ممکن است دلیل آن مزه تلخ اوره نسبت به اوره‌های پوشش‌دار باشد (۲۰). تمام آزمایشات انجام گرفته با نتایج آزمایش فوق مطابقت دارد و با توجه به اینکه مقدار اوره و سایر منابع اوره استفاده شده معادل ۰/۵٪ اوره جیره بود بین خوراک مصرفی تیمارها بجز اختلاف بین شاهد و اوره اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اما کاهش مصرف خوراک تیمار شاهد نسبت به سه تیمار دیگر را می‌توان به بیشتر بودن

[3] -feed grade urea

[4] -Polyortan coated urea

مقدار کنجاله کلزا نسبت داد که عموما برای دامها خوشخوراک و مطلوب نیست.

جدول۳- مقدار تولید گاز در سه نمونه خوراکی حاوی منابع ازتی مختلف[1]

Table 3- Gas production in dietary samples containing different nitrogen sources[1]

متغیر Item	نمونه Sample	منابع نیتروژنی Nitrogen sources				SEM	P-value
		شاهد Control	اوره پوشش دار Coated urea	اپتی ژن Optigen	اوره Urea		
تولید گاز (۹۶ ساعت) (میلی لیتر/ ۰.۵ گرم ماده خشک سوبسترا) Gas production (96 h) [ml/0.5 g DM substrate]	کاه Straw	69.04^{b}	76.62^{a}	72.63^{b}	69.43^{b}	1.41	<0.0056
تولید گاز (۹۶ ساعت) (میلی لیتر/ ۰.۵ گرم ماده خشک سوبسترا) Gas production (96 h) [ml/0.5 g DM substrate]	آرد جو Barely flour	72.04	75.41	74.27	72.84	2.67	NS
تولید گاز (۹۶ ساعت) (میلی لیتر/ ۰.۵ گرم ماده خشک سوبسترا) Gas production (96 h) [ml/0.5 g DM substrate]	آرد جو+ ملاس Barley flour + molasses	74.17^{b}	76.93^{b}	75.97^{b}	80.48^{a}	0.86	<0.02
تولید گاز (۹۶ ساعت) (میلی لیتر/ ۰.۵ گرم ماده خشک سوبسترا) Gas production (96 h) [ml/0.5 g DM substrate]	جیره فرموله شده برای گاو شیری Ration formulated to dairy cow	91.81	91.19	90.82	91.04	1.39	NS
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر(میلی مول) Smalle chaine fatty acids (mmol)	کاه Straw	0.271^{b}	0.30^{a}	0.28^{b}	0.27^{b}	0.006	<0.0056
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر(میلی مول) Smalle chaine fatty acids (mmol)	آرد جو Barely flour	0.28	0.29	0.29	0.28	0.01	NS
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر(میلی مول) Smalle chaine fatty acids (mmol)	آرد جو+ ملاس Barley flour + molasses	0.29^{b}	0.30^{b}	0.29^{b}	0.31^{a}	0.001	<0.02
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر(میلی مول) Smalle chaine fatty acids (mmol)	جیره فرموله شده برای گاو شیری Ration formulated to dairy cow	0.36	0.36	0.36	0.36	0.006	NS
انرژی قابل متابولیسم(مگاژول در کیلوگرم) Metabolizable energy (MJ/kg)	کاه Straw	12.00^{c}	13.26^{a}	12.63^{b}	12.13^{cb}	0.22	<0.0045
انرژی قابل متابولیسم(مگاژول در کیلوگرم) Metabolizable energy (MJ/kg)	آرد جو Barely flour	12.49	13.09	12.91	12.69	0.42	NS
انرژی قابل متابولیسم(مگاژول در کیلوگرم) Metabolizable energy (MJ/kg)	آرد جو+ ملاس Barley flour + molasses	12.83^{b}	13.46b	13.10^{b}	13.91^{a}	0.05	<0.02
انرژی قابل متابولیسم(مگاژول در کیلوگرم) Metabolizable energy (MJ/kg)	جیره فرموله شده برای گاو شیری Ration formulated to dairy cow	15.68	15.58	15.52	15.64	0.22	NS
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	کاه Straw	77.85^{c}	85.88^{a}	81.93^{b}	78.75^{cb}	1.40	<0.0043
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	آرد جو Barely flour	81.18	85.04	83.92	82.50	2.65	NS
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	آرد جو+ ملاس Barley flour + molasses	83.28^{b}	87.26^{b}	84.98^{b}	90.11^{a}	0.34	<0.02
قابلیت هضم ماده آلی (درصد) Organic matter digestibility (%)	جیره فرموله شده برای گاو شیری Ration formulated to dairy cow	101.09	100.45	100.08	100.79	1.38	NS
قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک(درصد) Organic matter digestibility in DM (%)	کاه Straw	71.93^{c}	79.61^{a}	75.94^{b}	73.00^{cb}	1.29	<0.0037
قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک(درصد) Organic matter digestibility in DM (%)	آرد جو Barely flour	78.83	82.66	81.57	80.19	2.57	NS
قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک(درصد) Organic matter digestibility in DM (%)	آرد جو+ ملاس Barley flour + molasses	80.20^{b}	81.76^{b}	79.63^{b}	84.44^{a}	0.32	<0.02
قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک(درصد) Organic matter digestibility in DM (%)	جیره فرموله شده برای گاو شیری Ration formulated to dairy cow	90.78	90.55	90.22	90.86	1.24	NS

جدول٤- مصرف خوراک توسط بزهای مورد آزمایش (گرم به ازای هر رأس بز در روز)[۱]

Table 4- Dry matter intake by the experimental goats (g/head/day) [1]

متغیر Item	تیمار Treatment				SEM	P-value
	شاهد Control	اوره پوشش دار coated urea	اپتی ژن Optigen	اوره Urea		
(گرم به ازای هر رأس در روز) کل ماده خشک مصرفی Total consumed DM (g/head/day)	1958.01[a]	2047.84[ab]	2157.77[ab]	2105.52[b]	228.00	0.072
(گرم به ازای هر رأس در روز) پروتئین Protein (g/head/day)	304.27	308.19	333.70	325.71	4689.27	NS[2]
(گرم به ازای هر رأس در روز) فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF (g/head/day)	724.5	816.5	899.7	854.9	32874.41	NS
(گرم به ازای هر رأس در روز) فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF (g/head/day)	419.01	430.03	473.01	449.99	9207.15	NS
(گرم به ازای هر رأس در روز) خاکستر Ash (g/head/day)	199.72	202.32	219.16	211.28	2005.15	NS

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2] NS: not significant

در جدول شماره ۵ قابلیت هضم مواد مغذی تیمارهای آزمایشی آورده شده است. اختلاف قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و خاکستر بین تیمارهای مختلف معنی‌داری نبود. قابلیت هضم پروتئین در تیمار اوره پوشش دار و اپتی ژن اختلاف معنی‌داری نداشت اما بین سایر تیمارها قابلیت هضم پروتئین اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). بیشترین قابلیت هضم پروتئین مربوط به اپتی‌ژن بود. قابلیت هضم NDF و ADF در تیمار اوره پوشش‌دار شده بیش از سایر تیمارها بود.

جدول۵- قابلیت هضم مواد مغذی در تیمارهای آزمایشی (درصد ماده خشک)[۱]

Table 5 - The nutrients digestibility in different experimental treatments (% DM)[1]

متغیر Item	تیمار Treatment				SEM	P-value
	شاهد Control	اوره Urea	اپتی ژن Optigen	اوره پوشش دار Coated urea		
ماده خشک DM	70.32	70.40	70.31	70.35	0.03	NS[2]
ماده آلی OM	69.95	69.75	70.11	70.38	5.03	NS
پروتئین CP	72.69[a]	71.70[a]	77.12[b]	74.08[b]	0.96	<0.0001
ماده نامحلول در شوینده خنثی NDF	60.82[b]	58.83[a]	63.16[c]	63.75[c]	0.61	<0.0001
ماده نامحلول در شوینده اسیدی ADF	54.15[c]	46.84[a]	51.03[b]	51.23[b]	1.14	<0.0001

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2] NS: not significant

در آزمایشی که توسط زین و همکاران انجام شد (۴۱) تیمار PCU و FGU قابلیت هضم DM، NDF،OM و ADF بطور معنی‌داری مشابه بود که با نتایج آزمایش فوق مطابقت دارد، اما بطور معنی‌داری کمتر از تیمار سویا بود (P<۰/۰۵). کامرون و همکاران (۳) در آزمایشی دریافتند مصرف خوراک، هضم شکمبه‌ای خوراک و عبور DM، OM، NDF و ADF از شکمبه به دوازدهه تحت تاثیر افزودن اوره به جیره‌ها قرار نگرفت. اما قابلیت هضم کل ماده‌خشک با مصرف اوره افزایش یافت (P<۰/۱۴). به هر حال تاثیر اوره و منابع NPN روی قابلیت هضم بستگی به غلظت آن و ساختار فیزیکی شیمیایی و همچنین طی شدن دوره عادت‌پذیری دارد. افزایش قابلیت هضم در تیمارهای اوره پوشش‌دار و اپتی‌ژن احتمالا بدلیل تامین مواد مغذی کافی برای میکروارگانیزم‌های شکمبه باشد.

در جدول ۶ نتایج مربوط به تولید شیر آورده شده است. با توجه به وجود اختلاف اولیه بین تولید شیر بزها، کوواریانس تولید شیر نسبت به تولید شیر اولیه (پیش از مصرف تیمارها) تصحیح شد. بین تیمار اوره با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما این اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵). تولید شیر در تیمار اپتی‌ژن بیشتر از سایر تیمارها و سپس اوره پوشش دار و شاهد بالاترین تولید شیر را داشتند. ترکیبات شیر نیز تحت تاثیر جیره قرار نگرفت. اگرچه درصد چربی تیمار اپتی‌ژن و اوره پوشش دار کمتر از دو تیمار دیگر بود و پروتئین تیمار اپتی‌ژن از سایر تیمارها کمتر بود اما این اختلافات معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). زین و همکاران (۴۱) نیز هیچ اثری از تغییر چربی شیر، پروتئین در اثر منابع اوره کند آزادشونده مشاهده نکرند که با نتایج آزمایش ما همخوانی دارد (P>۰/۰۵). ون هورن و همکاران (۳۸) در آزمایشی بر روی گاوهای شیری هلشتاین مشاهده کردند وقتی مصرف روزانه اوره بطور میانگین ۱۳۶ گرم بود تولید شیر ۱/۷٪ کاهش می‌یابد. بنظر می‌رسد در این بخش وجود اختلاف بالا بین تولید شیر تیمارهای مختلف را بتوان با تفاوت در میزان مصرف ماده خشک خوراک مرتبط دانست.

جدول ٦- اثر تیمارهای آزمایشی بر تولید و ترکیب شیر[۱]

Table 6- The effect of experimental treatments on goat milk production and composition[1]

متغیر Item	تیمار Treatment				SEM	P-value
	کنترل Control	اوره Urea	اپتی ژن Optigen	اوره پوشش‌دار Coated urea		
تولید شیر Milk production (g/ day)	210 0.89^{a}	1857.13^{b}	2335.40^{a}	2317.80^{a}	17.28	0.0123
چربی Fat (%)	4.20	4.41	3.68	3.66	0.54	NS[2]
لاکتوز Lactose (%)	4.71	4.63	4.45	4.61	0.36	NS
پروتئین Protein (%)	3.14	3.09	2.96	3.07	0.24	NS

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2] NS: not significant

بر اساس جدول شماره ۷ تولید نیتروژن میکروبی در تیمار اوره پوشش دار بیشتر از سایر تیمارها بود. این تفاوت در دیگر شاخص های سنتز نیتروژن میکروبی هم مشاهده شد، نتایج نشان می‌دهد تیمارهای دارای NPN سنتز پروتئین میکروبی را افزایش می‌دهد، اگرچه این اختلافات معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). دفع نیتروژن میکروبی همبستگی مثبتی با نیتروژن میکروبی موجود در شکمبه دارد و نشان دهنده سنتز نیتروژن میکروبی است (۷). مطابق گزارشات کندلیس (۲۴) میزان بازدهی تولید نیتروژن میکروبی به ترتیب برای جیره‌های شاهد بدون مکمل گوگرد و اوره و جیره‌های حاوی مکمل گوگرد و اوره برابر ۱۱/۱ و ۲۰/۲ گرم بود که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. یو و همکاران (۴۲) مشاهده کردند منابع مختلف پروتئین تاثیر متفاوتی بر سنتز پروتئین میکروبی دارد. نتایج آزمایش حاضر با نتایج یافته های چردانگ (۹) مطابقت دارد که نشان داد تغذیه اوره ساده

نسبت به اوره فراوری شده سبب کاهش سنتز پروتئین میکروبی در گاوهای هلشتاین شد.

همزمانی آزاد سازی نیتروژن و تامین انرژی برای بهبود راندمان سنتز پروتئین میکروبی ضروری است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۷ اینگونه استنباط می شود که در تیماره اوره بدلیل آزادسازی سریع اوره به محض ورود به محیط شکمبه، سنتز پروتئین میکروبی از سای تیمارها کمتر است، همچنین با توجه به نرخ آزادسازی بسیار کند اپتی‌ژن که در آزمایشات *in vitro* مشاهده شد، سنتز پروتئین میکروبی در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد و اوره پوشش دار بهینه نخواهد بود.

جدول ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر سنتز نیتروژن میکروبی[۱]

Table 7- The effect of experimental treatments on microbial nitrogen synthesis[1]

متغیر Item	تیمار Treatment				SEM	P-value
	شاهد Control	اوره Urea	اپتی ژن Optigen	اوره پوشش دار Coated urea		
(گرم/روز) تولید نیتروژن میکروبی Microbial nitrogen synthesis (g/day)	20.95	17.99	18.93	22.49	3.56	NS[2]
(میلی‌مول/ روز) پورین میکروبی جذب شده PD absorbtion (mmol/day)	28.81	24.74	26.04	30.94	4.90	NS
(میلی‌مول/ روز) پورین میکروبی دفع شده PD excrretion (mmol/day)	26.20	22.79	23.88	27.99	4.11	NS
(میلی‌مول/ روز) آلانتوئین دفع شده Allantoin excretion (mmol/day)	22.27	19.37	20.29	23.79	3.50	NS
اسیداوریک دفع شده Uric acid excretion (mmol/day)	3.93	3.42	3.58	4.20	0.62	NS
(میلی‌مول/ روز) ماده آلی قابل هضم تخمیر شده در شکمبه DOMR[۱] (mmol/day)	0.65	0.56	0.59	0.70	0.11	NS

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2] NS: not significant

در جدول ۸ نتایج فراسنجه‌های خونی بزهای تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی آورده شده است. در فراسنجه‌های مربوط به پروتئین اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. اثر تیمارها روی متابولیت‌های کلسترول و اوره معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). کلسترول خون بزهای تیمار اوره پوشش دار بطور معنی‌داری از تیمار اوره بیشتر بود. اوره خون اپتی ژن نیز با اختلاف معنی‌داری کمتر از تیمار اوره بود (P<۰/۰۵). تری گلیسرید اپتی ژن از سایر تیمارها بیشتر بود اما این اختلاف معنی‌دار نبود. کاسپر و شینگوت (۵) گزارش دادند مکمل کردن اوره نسبت به کنجاله سویا بدلیل افزایش هیدرولیز آمونیاک در شکمبه موجب افزایش اوره در سرم خون می‌شود. در آزمایشی که توسط تایلور و همکاران (۳۵) انجام گرفت نتایج نشان داد با افزایش اوره یا اوره کند آزاد شونده در جیره، اوره سرم افزایش می‌یابد. برخی محققان (۹ و ۳۵) گزارش دادند اوره کند آزاد شونده در مقایسه با اوره معمولی غلظت اوره خون را کاهش می‌دهد که با نتایج آزمایش فوق همخوانی دارد. هانگیت و همکاران (۲۱) بیان کردند اختلاف معنی‌داری بین اوره معمولی و اوره- کلسیم در اوره خون گاوهایی که با این دو تیمار تغذیه شده بودند وجود نداشت. در مقایسه اثر تیمارها بر روی آنزیم‌های خونیALT تیمار شاهد و اپتی‌ژن اخلاف معنی داری داشتند (P<۰/۰۵). با توجه به اینکه در اکثر پژوهش‌های مشابه تنها روی فاکتور اوره خون بحث شده است قیاسی برای تحلیل سایر فاکتورهای خونی وجود ندارد. اما در رابطه با اوره در این آزمایش تیمار اپتی‌ژن کمترین مقدار را در خون و تیمار اوره بالاترین اوره خون را داشت. با توجه به اینکه اوره در شکمبه به آمونیاک تبدیل می‌شود و آمونیاک مازاد از راه دیواره شکمبه جذب شده، به کبد می‌رود و در آنجا طی چرخه‌هایی مجددا به شکمبه بر می‌گردد یا جذب خون می شود می‌توان اینطور نتیجه گرفت که بالا بودن اوره خون منعکس کننده افزایش بیش از حد آمونیاک در شکمبه در اثر تیمار اوره است. از طرف دیگر همانطور که در بخش سنتز پروتئین میکروبی اشاره اشد نتایج فراسنجه‌های خونی در مورد فاکتور اوره خون نیز نشان می‌دهد آزادسازی اوره اپتی‌ژن نسبت به سایر تیمارها کندتر است و در نتیجه

میزان نیتروژن مورد نیاز شکمبه را تامین نمی‌کند و با توجه به مدت زمانی که هر ماده در شکمبه باقی می‌ماند به احتمال زیاد بخش اعظمی از اپتی ژن بدون اینکه شانس آزاد سازی نیتروژن را بیابد، از شکمبه خارج می‌شود.

جدول ۸- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر روی فراسنجه‌های خونی بزهای مورد آزمایش[۱]

Table 8- The effect of treatments on blood metabolites of the experimental goats[1]

متغیر Item	تیمار Treatment				SEM	P-value
	شاهد Control	اوره Urea	اپتی ژن Optigen	اوره پوشش دار Coated urea		
(گرم/لیتر) کل پروتئین Total protein (g/L)	87.79	83.07	87.54	85.84	3.72	NS[2]
(گرم/لیتر) آلبومین Albumin (g/L)	37.66	36.97	35.49	39.49	2.00	NS
(گرم/لیتر) کلسترول Cholesterol (mg/dL)	50.68^{ab}	44.65^{b}	55.95^{ab}	57.75^{a}	9.51	0.04
(میلی گرم/دسی لیتر) تری گلیسرید TG (mg/dL)	29.37	31.32	32.30	25.62	4.71	NS
(میلی گرم/دسی لیتر) اوره Urea (mg/dL)	29.23^{ab}	29.47^{a}	25.60^{b}	27.40^{ab}	1.87	0.02
(واحد بین المللی/ لیتر) آلانین ترانسفراز ALT (U/L)	21.15^{b}	24.55^{ab}	22.59^{a}	23.48^{ab}	0.93	0.03
(واحد بین المللی/ لیتر) آسپارتات ترانسفراز AST (U/L)	92.68	96.76	95.39	104.92	6.74	NS

[۱] میانگین‌های هر ردیف با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[1]Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

[2] NS: not significant

نتیجه گیری

در انتخاب منابع حاوی ازت و مشخصا اوره سرعت تجزیه را بعنوان یکی از شاخص‌های تعیین کننده باید مد نظر قرار داد. بر اساس نتایج این آزمایش ترکیب اپتی‌ژن وارداتی بطور میانگین آزادسازی کندتری در تمام سامانه‌های مایع مشابه شکمبه نشان داد که می‌توان نتیجه گرفت با توجه به زمانی که هر ماده خوراکی در دستگاه گوارش باقی می‌ماند بخش زیادی از اپتی‌ژن بدون اینکه مورد استفاده قرار بگیرد دفع می‌شود. نرخ رهاسازی نیتروژن در اوره پوشش‌دار تهیه شده در این آزمایش نسبت به اپتی‌ژن بهینه تر بود. استفاده از اوره پوشش‌دار تاثیر منفی بر مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی نداشت ولی غلظت پروتئین خون و سنتز پروتئین میکروبی در شکمبه را افزایش داد. استفاده از اوره پوشش‌دار نسبت به اوره معمولی احتمالا سبب کاهش اتلاف نیتروژن و افزایش بازده سنتز پروتئین میکروبی و افزایش تولید شیر می‌گردد. با توجه به اینکه نتیجه نهایی و مورد نظر در این آزمایش تولید و حفظ سلامت دام بود می‌توان گفت استفاده از منابع NPN جایگزین پروتئین تاثیر منفی بر تولید شیر و سلامت دام ندارد و به سهولت می‌توان از این منابع در راستای کاهش قیمت جیره و قیمت تمام شده شیر استفاده کرد.

منابع

1- Bartley, E. E., and C. W. Deyoe. 1975. Starea as a protein replacer for ruminants. A review of 10 years of research. Journal of Feedstuffs, 47: 42–51.

2- Blummel M., H. P. S Makkar, and K. Becker. 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. Journal of Animal Nutrition, 77: 24–34.

3- Cameron, M. R., T. H. Klusmeyer, G. L. Lynch, J. H. Clark, and D. R. Nelson. 1991. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. Journal of Dairy Science, 74: 1321.
4- Caneque, V., S. Velasco., and J. L., Sancha. 1998. Nutritional value and use of ligno-cellulosic feed treated with urea in the ruminant diet. Options Mediterraneennes. 17–31.
5- Casper, D. P., and D. J. Schingoethe. 1986. Evaluation of urea and dried whey in diets of cows during early lactation. Journal of Dairy Science, 69: 13-46.
6- Chahil, S. M., Lohan, O. P. and Rathee, C. S. 1986. *In vitro* evaluation of urea-lignocellulose complex. Indian Journal of Animal Nutrition, 56: 280–282.
7- Chanjula. P., M. Wanapat, C. Wachirapakorn, and P. Rowlinson. 2004. Effect of synchronizing starch sources and protein (NPN) in the rumen on feed intake, rumen microbial fermentation, nutrient utilization and performance of lactating dairy cows. Asian- Australia Journal of Animal Science, 17: 1400–1410.
8- Chen, X. B., Y. K. Chen, M. F. Franklin, E. R. Orskov, and W. J. Shand. 1992. The effect of feed intake and body weight on purine derivative excretion and microbialt protein supply in sheep. Journal of Animal Science, 70: 1534-1542.
9- Cherdthong, A., and M.Wanapat. 2010. Development of urea products as rumen slow-release feed on ruminant production: a review. Australlia Journal Basic Applly Science, 4: 2232–2241.
10- Dijkstra, J. 2011. Effects of nutritional strategies on simulated nitrogen excretion and methane emission in dairy cattle Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals. In: Faverdin and N. Friggens Wageningen Academic Publishers. 394-402.
11- Forero, O., F.N. Owens, K.S. Lusby. 1980. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. Journal of Animal Science, 50: 532-538.
12- Forman, L., J. Tuma, and M. Dedek. 1982. A feeding stuff constituent made of whey and containing lactosylurea. XXI International Dairy Congress. Mir Publishers Moscow. USSR. 638–639.
13- Galo, E., S. M. Emanuele, C.J. Sniffen, J.H. White, and J. R. Knapp. 2003. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. Journal of Dairy Science, 86: 2154–2162.
14- Getachew, G., M. Blümmel, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Journal of Animal feed Science Technology, 72: 261-281.
15- Golombeski, G. L., K. F. Kalscheur, A. R. Hippen., and D. J. Schingoethe. 2006. Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 89: 4395-4403.
16- Griswold, K. E., G. A. Apgar, J. Bouton, and J. L. Firkins. 2003. Effects of urea infusion and ruminal degradable protein concentration on microbial growth, digestibility and fermentation in continuous culture. Journal of Animal Science, 81: 329-336.
17- Harrison, G. A., and T. p. Karnezos. 2005. Can we improve the efficiency of nitrogen utilization in the lactating dairy cows? Recent Advances in Animal Nutrition in Australia. School of Rural and Agriculture, University of New England, 15: 146-154.
18- Highstreet, A., P. H. Robinson, J. Robison, and J. G. Garrett. 2010. Response of Holstein cows to replacing urea with with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. Livestock Science, 129: 179-185.

19- Hristov, A. N., M. Ivan, and T. A. McAllister. 2000. In vitro effects of common fatty acids on fermentation and protozoal numbers and activity in rumen fluid from cattle fed a barley-based diet. Journal of Animal Science, 78: 27-35.
20- Huber, J. T. 1976. Use of non-protein nitrogen by lactating cows. Journal of Feedstuffs, 48: 6-13.
21- Hungate, R. E. 1950. The anaerobic mesophilic cellulolytic bacteria. Bacteriol Revolotion, 14: 1–49.
22- Huntington, G. B., D. L. Harmon, N. B. Kristensen, K. C. Hanson, J. W. Spears. 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. Animal Feed Science Technology, 130: 225–241.
23- Huston, J. E., M. Shelton, and L. H. Breuer. 1974. Effect of rate of release of urea on its utilization by sheep. Journal of Animal Science, 39: 618–628.
24- Kandylis, K., and A. C. Bray. 1986. Effects of variation of dietary sulfur on movement of sulfur. Journal of Dairy Science, 70: 40–49.
25- Karabulut, A., O. Canbolat, H. Kalkan, F. Gurbuzol, E. Sucu, I. Filya. 2007. Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. Asian-Australia Journal Animal Science, 20: 517–522.
26- Lorenzo, N., and A. Costanzo. 2007. *In vitro* release of ammonia nitrogen from various nitrogen sources in batch culture. Technical Research Report.
27- Malik, N. S., P. N. Langar, and A. K. Chopra. 1978. Uromol as a source of dietary nitrogen for ruminants: metabolic and rumen fermentation studies on buffalo calves. Journal of Agricultur Science, 91: 309–316.
28- Mathison, G. W., S. R. Soofi. and M. Worsley. 1994. The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl- monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animals. Journal of Animal Science, 74: 665–674.
29- Menke, K. H., and H.Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Animal Research Development, 28: 7–55.
30- Ørskov, E. R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultur Science, 92: 499–503.
31- Pinos-Rodríguez, J. M., L. Y. Peña, S. S. González-Muñoz, R. Bárcena, and A. Salem. 2010. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. Italian Journal of Animal Science, 9: 16–19.
32- Prokop, M. J., and T. J. Klopfenstein. 1977. Slow ammonia release urea. Nebraska Beef Cattle Report Nebraska. 77-218.
33- Shahidi, F., and X. Q. Han. 1993. Encapsulation of food ingredients. Critical Review in Food Science and Nutrition.
34- Sommer, A., J. Szakacs, and L. Chrastinova. 1985. Effect of treated urea on the digestion of nutrients and the dynamics of releasing ammonia in the rumen of fattening cattle. Journal of Agricultur Science, 31: 718–726.
35- Taylor-Edwards, C. C. 2009. Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. Journal of Animal Science, 87: 209-221.
36- Tedeschi, L. O., A. Cannas, and D. G. Fox. 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Ruminant Research, 89: 174-184.

37- Valkeners, D., A. Thewis, S. Amant, and Y. Beckers. 2006. Effect of various levels of imbalance between energy and nitrogen release in the rumen on microbial protein synthesis and nitrogen metabolism in growing double-muscled Belgian Blue bulls fed a corn silage-based diet. Journal of Animal Science, 84: 877-885.

38- Van Horn, H. H., C. F. Foreman, and J. E. Rodriguez. 1967. Effect of high-urea supplementationon feed intake and milk productionof dairy cows. Journal of Dairy science, 50: 70-89.

39- Virk, A. S., H.Steingass, and K. H. Menke. 1989. Studies on in vitro degradation and in vivo digestion of a slow ammonia releasing urea product. Journal of Animal Nutrition, 39: 167–176.

40- Waite, R., and A. G Wilson. 1968. Biuret and urea in concentrates for milking cows. Journal of Dairy Research, 35: 203–212.

41- Xin, H. S., D. M. Schaefer, Q. P. Liu, D. E. Axe, and Q. X. Meng. 2010. Effects of polyurethane coated ureasupplement on in vitro ruminal fermentation, ammonia release dairy cows fed a steam-flaked corn-based diet. Asian-Australia Journal Animal Science, 23: 491-500.

42- Yu, P., L. Boon-ek, B. J. Leury, and A. R. Egan. 2001. Effect of dietary protein variation in terms of net truly digested intestinal protein (DVE) and rumen degraded protein balance (OEB) on the concentrations and excretion of urinary creatinine, purine derivatives, and microbial N supply in sheep: Comparison with the prediction from the DVE/OEB model. Animal Feed Science Technology, 93: 71–91.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 2, Summer 2019, p. 179-193

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۹۳-۱۷۹

Determination of coated urea releasing in ruminant's rumen through *in vivo* and *in vitro* studies

M. Mazinani[1]- A. A. Naserian[2]*- M. Danesh Mesgaran[2]- R. Valizadeh[2]

Received: 03-03-2017
Accepted: 10-06-2018

Introduction Urea is a small organic compound that is very rich in N (44.96% N) and is used to supply degradable intake protein (DIP) for ruminants. Urea is broken down to ammonia in the rumen under the action of urease bacteria. Using urea over other sources of DIP is cheaper according to per N basis than any other feedstuffs. However, urea is used rather inefficiently by ruminants compared with other sources that contain true protein, and this is due to the fact that the rate of urea degradation in the rumen is more rapid than the rate of utilization of the resulting ammonia by rumen bacteria. One strategy for improving the utilization of urea by ruminants is reducing the degradation rate of urea. A number of slow release urea products were developed for this purpose. Coated urea is a urea product design to reduce the rate of ruminal degradation of urea. The objective of this research was to investigate the effects of coated urea on N metabolism and determine this Effect in ruminant feed.

Materials and Methods to characterize the ruminal behavior of coated urea three experimental studies were designed. Two in vitro studies were designed to determine NH3-N release and gas production difference in treatments. NH3-N release of each Optigen and coated urea was tested in sex liquid phase included: distilled water, TCA (Ph = 6.2), buffer solution, buffered rumen fluid, Free cell rumen fluid (centrifugation at 7000 rpm), Free cell buffered rumen fluid. Each of the two N-sources was isonitrogenous (equivalent 20mg urea) and added to a 100-ml glass syringe. Then 30 ml of solution (consisting distilled water, TCA, buffer solution, buffered rumen fluid, free cell rumen fluid or free cell buffered rumen fluid) was pipetted into each syringe followed by incubated in a water bath at 39°C. Three syringes for each treatment diet were incubated for 0, 30 min and 2, 4 and 6 h time points. The syringes were taken out and Residual solid parts were taken for determination of NH3-N release using the Kjeldahl N methods (AOAC, 2005). The gas production of each N-Sources (four N-Sources in triplicate) was tested in 4 different feed mixtures (straw + 3% N-Sources, barley flour + 3% N-Sources, barley flour + molasses as additives + 3% N-Sources, a dairy ration formulated to + 3% N-Sources). The in vivo experiment was conducted using sixteen dairy Sannen goats with an average body weight of 38.85 kg, 73 days of lactation and 1979g milk production. The experimental design was a completely randomized design. The experiment consisted of 21-day periods each consisting of 14 days adaptation and 7 days of sampling. The experimental rations were: 1) control (canola), 2) urea (urea % 0.5), 3) Optigen (Optigen %0.55), 4) coated urea (% 0.7 coated urea).

Results and Discussion Based on these results, urea is often degraded rapidly in the rumen by the action of urease and the resulting ammonia supply may exceed the capacity of rumen bacteria to assimilate it into amino acids. This rapid release of ammonia may result in inefficient N utilization in the rumen. Therefore, coated urea improves ammonia assimilation in the rumen. The cumulative gas production (96 hours) influenced by diet and N-source treatments, which was higher in formulated TMR diets for the dairy cow and least gas production in wheat straw. The result indicated that Optigen (90.82) and then coated urea (90.81) were the highest gas producer in the formulated TMR diets for the dairy cow and the canola meal (69.04) and urea (69.43) had the least gas production in wheat straw ($P<0.05$). The results showed that treatments had no significant effect on milk compositions, rumen fermentation and synthesis of microbial protein ($P> 0.05$). The impact on the most blood metabolites except BUN, Cholesterol and ALT were also no significant ($P> 0.05$). As a result, no significant differences observed between coated urea with control (canola) treatments.

Conclusion it was concluded that little difference was observed in gas production results between coated urea and Optigen treatments with control (canola). Therefore, to reducing feed costs and increasing the efficiency of the rumen microorganism, we can use NPN sources as a replacement for part of dietary protein.

Keywords: Coated urea, Non-protein nitrogen, Optigen, urea.

1 -Ph D student of animal nutrition, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran,
2- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
(*- Corresponding Author Email: abasalin@yahoo.com)